



ConBRepro

XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



01 a 03
de dezembro 2021

Indicadores de desempenho da gestão de ativos físicos: estudo de caso em uma média empresa de manufatura

Ana Carolina Gandini Panegossi¹

Instituto Federal de São Paulo (IFSP) – Campus Matão

Ethel Cristina Chiari da Silva²

Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara (UNIARA)

Resumo: Nas empresas de manufatura ou produção com uso intensivo de ativos físicos, o desempenho dos ativos determina diretamente o desempenho dos negócios. A gestão dos ativos físicos é fundamental às empresas cuja produtividade de seus equipamentos é fator-chave ao negócio, isto é, seus equipamentos representam a infraestrutura produtiva, que é a geradora de receitas. Por isso os indicadores de desempenho da gestão dos ativos são indicadores importantes dos principais indicadores de desempenho da organização. No entanto, estudos trazem que na literatura e na prática, a medição do desempenho dos sistemas de gestão de ativos ainda é pouco compreendida e que existe uma grande lacuna entre o desempenho dos ativos e o desempenho organizacional. Assim, esta pesquisa tem como objetivo trazer uma revisão bibliográfica dos indicadores de desempenho comumente usados na gestão de ativos físicos e apresentar um estudo de caso em uma média empresa de manufatura, da qual a performance de suas máquinas é substancial para atingir os seus objetivos. Como resultado, este estudo traz os indicadores de desempenho, alinhados aos objetivos estratégicos, táticos e operacionais da gestão de ativos e da organização; e sugere que a medição do desempenho não depende apenas da quantidade de indicadores, mas da qualidade dos dados disponíveis para embasar cada decisão.

Palavras-chave: Gestão de ativos, Desempenho, Indicadores de desempenho, ISO 55001.

Physical asset management performance indicators: a case study in a medium-sized manufacturing company

Abstract: In asset-intensive manufacturing or production companies, asset performance directly determines business performance. The management of physical assets is essential for companies whose equipment productivity is a crucial factor in the business because their equipment represents the productive infrastructure, which is the revenue generator. That is why asset management performance indicators are essential indicators of the organization's leading performance indicators. However, studies show that in literature and practice, the measurement of the performance of asset management systems is still poorly understood and that there is a large gap between asset performance and organizational performance. Thus, this research aims to bring a literature review of performance indicators commonly used in managing physical assets and present a case study in a medium-sized manufacturing company, whose performance of its machines is substantial to achieve its goals. As a result, this study brings the performance indicators aligned with the strategic,

¹ Mestre em Engenharia de Produção – UNIARA

² Doutora em Engenharia Mecânica (área: Produção) – EESC/USP. Professora titular da UNIARA.

tactical, and operational objectives of asset management and the organization. Furthermore, it suggests that performance measurement depends not only on the number of indicators but on the quality of data available to support each decision.

Keywords: Asset management, Performance, Key performance indicators, ISO 55001.

1. Introdução

A gestão de ativos físicos desempenha um papel fundamental em organizações com uso intensivo de ativos e suas principais práticas influenciam diretamente o desempenho operacional (MALETIČ *et al.*, 2020). O desempenho operacional se refere ao desempenho dos ativos físicos, que é "o efeito da manutenção sobre os ativos". Já o desempenho da GA (Gestão de Ativos) está relacionado ao desempenho dos processos de GA (LIMA *et al.*, 2021). Para empresas de manufatura ou de produção com uso intensivo de ativos, o desempenho dos ativos de engenharia determina diretamente o desempenho empresarial (WANG *et al.*, 2016). Os ativos de engenharia se tratam, também, dos equipamentos de produção e sua gestão é substancial às organizações, cujo investimento de capital em equipamentos é significativo e a produtividade/sustentabilidade desses equipamentos gera a receita que sustenta a organização (SOMIA ALFATIĆ *et al.*, 2015). Assim sendo, as medidas do desempenho da gestão de ativos de engenharia são indicadores importantes do desempenho geral dos negócios (WANG *et al.*, 2016) e a medição do desempenho na GA é um fator que permite definir uma estratégia eficaz (RE CECCONI *et al.*, 2018).

KPIs (*Key Performance Indicator*) ou indicadores-chave de desempenho são considerados como elemento essencial na medição e na gestão do desempenho dos equipamentos de produção, que podem apoiar os proprietários e operadores no alcance de uma produtividade sustentável com um bom retorno sobre o investimento (PARIDA, 2016; MALETIČ *et al.*, 2017). O desempenho pode ser considerado uma medida do sucesso na criação de valor ou no cumprimento dos objetivos da GA (ABNT, 2020). Isto posto, um sistema estratégico de gestão de ativos dá ênfase aos indicadores de desempenho voltados à criação de valor a partir dos ativos (GAVRIKOVA *et al.*, 2020), e a criação de valor normalmente envolve um equilíbrio entre custos, riscos e desempenho (ABNT, 2014a). Como é usual que a GA seja feita por vários departamentos distintos, o alinhamento dos KPIs entre esses departamentos é imprescindível para garantir que todas as partes da organização se beneficiem dos ativos (URMETZER *et al.*, 2015).

A empresa de manufatura estudada nesta pesquisa é de médio porte, do setor metalomecânico e seus equipamentos produtivos são os ativos geradores da receita que a sustenta. No entanto, no início deste estudo, a empresa não contava com nenhum objetivo organizacional relacionado à gestão de seus ativos e contava com apenas dois indicadores relacionados ao desempenho de seus equipamentos. Como esse era um dos problemas da empresa estudada e da pesquisa, a empresa começou a implementar os requisitos da norma ISO 55001:2014 para melhor gerir seus ativos físicos. Assim sendo, os pesquisadores tiveram como objetivo realizar um estudo na empresa citada para acompanhar a realização dos requisitos da norma e nesta pesquisa apresenta um recorte referente à criação de um objetivo organizacional e da escolha dos objetivos, planos e indicadores de desempenho estratégicos, táticos e operacionais da gestão dos ativos físicos (requisito 6.2 da norma); de acordo com o entendimento da organização e seu contexto (requisito 4.1); às expectativas e necessidades das partes interessadas internas à empresa (4.2); definição do portfólio de ativos (4.3); análise de riscos (6.1) e do alinhamento de todos os departamentos que estão ligados à gestão dos ativos físicos.

2. Metodologia

As etapas de condução desta pesquisa, adaptadas do protocolo de pesquisa sobre estudo de caso proposto por Miguel (2007), foram: (i) levantamento da estrutura conceitual-teórica, juntamente com o planejamento da pesquisa; (ii) coleta de dados; (iii) análise dos dados e

processamento das informações; (v) relatório final. Para a elaboração do levantamento da estrutura conceitual-teórica, realizou-se pesquisas em livros, dissertações, artigos científicos disponíveis em periódicos eletrônicos – em sites de busca como Google Acadêmico, períodos da Capes, Scielo, Scopus, sites de associações e organizações de GA, normas técnicas, manuais práticos, e outros. A pesquisa dos artigos foi efetuada aplicando-se os seguintes descritores: indicadores de desempenho em gestão de ativos, indicadores de desempenho de ativos físicos; entre os anos de 2015 a 2021; e foram considerados, especialmente, os trabalhos com foco em equipamentos de produção; além de englobar a revisão feita à época da escolha dos objetivos e indicadores. Já os procedimentos da coleta de dados foram: análise documental, levantamento do banco de dados da empresa, entrevistas abertas e reuniões com consultor, gestores e colaboradores.

3. Revisão Bibliográfica

O padrão ISO 55001 exige que as organizações desenvolvam objetivos de GA consistentes e alinhados aos objetivos organizacionais; e esses objetivos devem ser mensuráveis, assim como os resultados das atividades executadas para alcançá-los (ARTHUR *et al.*, 2016). Os objetivos de GA são os resultados mensuráveis e os planos de GA são as atividades e recursos para atingir esses resultados. Para medir os resultados é necessário estabelecer os indicadores de desempenho, ou indicadores de performance, de longo e curto prazos, dos estratégicos aos operacionais, do SGA (Sistema de Gestão de Ativos) aos ativos. Sendo assim, esta seção traz uma breve revisão dos objetivos, planos e os indicadores de desempenho relacionados à GA.

A organização deve estabelecer os objetivos da GA para as funções e níveis relevantes, considerando os requisitos das partes interessadas relevantes e outros requisitos financeiros, técnicos, legais, regulatórios e organizacionais no processo de planejamento da GA (ISO, 2014b). Para cada uma das possíveis perspectivas com a GA, deve ser definido um objetivo estratégico, sendo que os objetivos definidos devem ser concretos, mensuráveis, atingíveis, realistas e datados (MEIRELES, 2018). A definição dos objetivos pode ser feita como no Quadro 1.

Quadro 1 – Definição de objetivos em função do tipo de ativos

Para GA:	Para portfólios de ativos:
Retorno sobre o capital investido (ROI – <i>Return on Investment</i>); Desempenho (plano); Avaliação da maturidade da GA (<i>benchmarking</i>); Índices de satisfação de clientes; Resultados de inquéritos sobre a sociedade ou sobre a sua reputação; Impactos ambientais (p. ex. emissões de carbono)	ROI
Para SGA:	Para ativos:
Disponibilidade do sistema de ativos; Desempenho do sistema de ativos (p. ex., tempo de disponibilidade, eficiência); Custo unitário do produto ou do serviço.	Confiabilidade (tempo médio /distância média entre falhas); Condição, desempenho ou índice de estado do ativo; Custos do Ciclo de Vida; Tempo de vida útil; Desempenho energético do ativo

Fonte: adaptado de MEIRELES (2018, p.23)

Alguns exemplos de fatores que podem ser abordados pelos objetivos, segundo a ISO 55002:2018, incluem a GA e o portfólio de ativos. O Quadro 2 mostra esses fatores.

Quadro 2 – Fatores que podem ser abordados pelos objetivos da GA e pelos ativos

GA	Ativos
✧ Custo total de propriedade	✓ Desempenho dos ativos (por exemplo, tempo de atividade, eficiência)
✧ Retorno sobre o capital empregado	✓ Custo unitário do produto ou serviço
✧ <i>Compliance</i> com termos e condições contratuais	✓ Confiabilidade, incluindo disponibilidade confiabilidade, manutenibilidade e suportabilidade (por exemplo, tempo de inatividade, tempo médio/distância entre falhas, tempo médio de reparo)
✧ Satisfação dos clientes	✓ Condição do ativo
✧ Resultados da pesquisa de sociedade ou reputação	
✧ Impacto ambiental (por exemplo, custos de emissões de carbono)	
✧ Níveis de serviço	
✧ Demanda futura	

✧ Retorno do investimento em termos de valor das partes interessadas (social, ambiental etc.)	✓ Saúde, segurança e desempenho ambiental;
✧ Nível de maturidade da gestão de ativos (por benchmarking)	✓ Custo total de propriedade
✧ Alinhamento e eficiência de processos	✓ Custos do ciclo de vida
✧ Níveis de competência	✓ Expectativa de vida
	✓ Desempenho energético dos ativos

Fonte: ABNT (2020)

A Figura 1 traz mais exemplos de objetivos organizacionais e objetivos da GA (resultados mensuráveis) e os planos para atingir esses resultados.

Figura 1 – Exemplos de objetivos da GA



Fonte: Lafraia (2020)

Para que os objetivos sejam alcançados, é recomendado usar a ferramenta “5W2H” (*Who? What? When? Where? Why? How? How much?*), ficando determinado, assim, para cada objetivo, o responsável, o prazo, o departamento, os recursos, e ainda o respectivo custo. Os objetivos devem ser estabelecidos para a GA, para o portfólio de ativos, para sistemas de ativos ou ainda para ativos isolados (MEIRELES, 2018). Já planejamento deriva os objetivos de GA e determina as atividades e recursos necessários para alcançá-los. O planejamento é um processo iterativo que combina direção estratégica, objetivos e planos de cima para baixo e a identificação de necessidades de baixo para cima, com base no desempenho atual dos ativos, da GA e do SGA (ABNT, 2020).

Os planos de GA devem atribuir funções e responsabilidades e incorporar indicadores de desempenho em conformidade com os objetivos estratégicos (GAVRIKOVA *et al.*, 2020). A organização deve integrar o planejamento para alcance dos objetivos da GA com outras atividades de planejamento organizacional, incluindo financeiras, de recursos humanos e outras funções de apoio. Ao planejar como alcançar os objetivos da GA, a organização deve determinar os critérios de tomada de decisão, os recursos necessários, quem será responsável, quando serão concluídos, como os resultados serão avaliados, o período de análise crítica, e as ações para tratar os riscos e oportunidades associados à GA (ABNT, 2014b). Meireles (2018) propõe que o planejamento seja dividido no ciclo PDCA. Em *Plan* estão os objetivos, indicadores e prazo. *Do* contém custos previstos, ações e responsável. Em *Check* estão os recursos, custos reais, e as medidas do monitoramento. E por fim, *Action* abrange a periodicidade do monitoramento, os custos previstos e custos reais, e supervisão, auditoria, revisão, melhoria.

Além do planejamento para atingir os objetivos da GA, cabe elaborar um plano que contemple os processos e métodos que serão utilizados para gerenciar o ciclo de vida de

cada ativo que esteja contemplado no portfólio de ativos. Para Zampolli *et al.* (2019), o SAMP (*Strategic Asset Management Plan*) deve abordar para elaboração do portfólio de ativos: a **estratégia**: nível de serviço requerido (confiabilidade, segurança, requisitos regulatórios, aceitabilidade, impacto ambiental, e outros); horizonte/cronograma do plano estratégico; informações financeiras/expectativas de retorno dos investimentos; papéis e responsabilidades; gestão de riscos; integração com outros sistemas de gestão; o **ciclo de vida**: especificação/projeto; aquisição; operação; manutenção; renovação/substituição; expansão; introdução de novas tecnologias; descarte; e os **indicadores**: descrição; intervalo de mensuração; metas.

3.1 Indicadores de desempenho dos planos de gestão de ativos

Investir adequadamente na GA significa priorizar os processos-chave de acordo com a estratégia que o negócio pretende seguir. A identificação de quais processos-chave de GA relacionados a um indicador-chave de desempenho específico de negócios é o primeiro passo para investigar se o primeiro afeta o último. Isso deve permitir que a organização invista no processo-chave de GA apropriado de forma mais assertiva para melhorar os seus negócios (LIMA *et al.*, 2021). Os principais indicadores de desempenho são quantidades mensuráveis que se destinam a mostrar até que ponto um sistema está atendendo às expectativas que são colocadas nele, isto é, são usados para medir as conquistas de desempenho dos sistemas. Eles mostram como um ativo ou sistema de ativos está atendendo ao seu propósito declarado. Os indicadores auxiliam relacionar o desempenho real com as metas pretendidas, comparar tipos de sistemas, fornecer uma indicação de alto nível de como as atividades estão sendo gerenciadas, destacando áreas que precisam de atenção, e as tendências do desempenho do equipamento ao longo do tempo (HASTINGS, 2021).

Muitas organizações já possuem algum tipo de sistema de medição de desempenho, porém, é questionável se esse sistema realmente demonstra uma “linha de visão”, ou seja, se há um vínculo visível entre os objetivos da organização, os objetivos da GA e os planos de GA (ARTHUR *et al.*, 2016). Como a medição de desempenho dos SGAs é uma área pouco compreendida, tanto em termos de prática industrial quanto de pesquisa acadêmica, Attwater *et al.* (2014) pesquisaram a situação de medição de desempenho através da literatura e entrevistas com várias empresas proprietárias de ativos de diversos setores para obter evidências das práticas de GA. A análise da literatura e da prática identificou grandes lacunas; e que embora a importância do desempenho do SGA fosse profundamente reconhecida por profissionais de GA, havia pouco esforço no alinhamento do desempenho SGA ao desempenho negócio. Para os autores, a melhoria contínua dos SGAs exige um sistema robusto de medição de desempenho que permita que as organizações compreendam o desempenho de vários elementos dentro do SGA garantindo que (i) os KPIs e metas organizacionais sejam alcançados; e (ii) ações corretivas dos elementos do SGA que não estão apresentando bom desempenho. Também através da literatura e da prática, Arthur *et al.* (2016) identificaram os principais fatores a serem considerados para criar uma “linha de visão”: (i) equilíbrio das perspectivas (financeiro, atendimento ao cliente, processo interno, talento e trabalho em equipe); (ii) equilíbrio entre indicadores iniciais e finais; (iii) relação entre indicadores e objetivos; e (iv) garantia de que o conjunto de indicadores responda a mudanças na política e na estratégia da GA.

Ao projetar um sistema de medição de desempenho para o SGA, as organizações precisam claramente entender as ligações entre desempenho organizacional, desempenho da gestão de ativos e desempenho dos ativos. Um bom conjunto de medidas de desempenho para o SGA é a conexão entre o desempenho de negócios e o desempenho dos ativos, permitindo que as organizações entendam as causas do mau desempenho dos ativos e desempenho organizacional (ATTWATER *et al.*, 2014). O Quadro 3 traz essa conexão.

Quadro 3 – Alinhamento da atividade da GA com o desempenho organizacional

Elementos da GA	Atividades	Consequências	Link para o desempenho do negócio
	Estratégia e Política da GA	Escopo dos ativos, metas da GA, e gestão das atividades de GA	Custo, confiabilidade, criação de valor e satisfação do cliente
	Análise da demanda	Projetar o total da capacidade dos ativos e distribuição física dos ativos globais	Custo, confiabilidade e criação de valor
Planejamento da GA	Desenvolvimento do SAMP	Integração do sistema e alocação de ativos, atribuição de trabalho e alvos específicos	OEE, custo, confiabilidade e criação de valor total
	Análise da criticidade	Priorização dos ativos de acordo com as necessidades da GA	Custo, confiabilidade
	Justificar decisões de capital	Custo de capital otimizado	Custo
	Planos de contingência	Preparo de soluções alternativas, garantir a prontidão para riscos inesperados	Custo, confiabilidade, entrega pontual e relação com o cliente
Ciclo de vida do ativo	Aquisição	Base de ativos eficaz que atenda aos requisitos	Custo e tempo
	Respostas a incidentes	Recuperar a criação de valor de incidentes inesperados	Custo, confiabilidade e relação com o cliente
	Operação	Utilização dos ativos para criação de valor	Receita, ROI
	Manutenção	Manutenção estratégica dos ativos para garantir a confiabilidade	Confiabilidade, OEE, ROI
	Alienação	Reformar, vender ou substituir ativos inúteis	Custo

Fonte: adaptado de ATWATER et al. (2014, p.5)

Segundo Wang *et al.* (2016), um problema comum em organizações de manufatura intensiva é que apenas as medidas de desempenho de manutenção são destacadas enquanto outras áreas da GA, como análise de criticidade, são pouco consideradas. Por isso, os autores propuseram em seu trabalho uma estrutura que relaciona objetivos críticos, definidos por gerentes de ativos em diferentes níveis, com medidas de desempenho associadas, para ajudar as organizações que utilizam intensivamente seus ativos a construir seus sistemas de medição de desempenho. O Quadro 4 traz os objetivos e as medidas de desempenho associadas. Já estudo de Alsyof *et al.* (2018), que identificaram na literatura os KPIs relevantes à GA, traz a classificação dos KPIs de acordo com a importância dada por especialistas na área, através de um BSC (*Balanced Scorecard*). O Quadro 5 traz essa classificação (os de mesmo número têm o mesmo grau de importância).

Quadro 4 – Objetivos e medidas de desempenho

Objetivos	Medidas de desempenho e descrições
Estrutura de custo aprimorada	Redução de custo por unidade comparada com o ano passado
Maior utilização de ativos	Eficiência geral do equipamento
Riscos financeiros controlados	Retorno do investimento, custo diário de operação, custo de manutenção
Qualidade do produto satisfeita	Qualidade através da taxa de aprovação no teste, quantidade de devolução do cliente devido à qualidade
Entrega responsiva	Entrega pontual
Suporte confiável	Estoque de segurança
Plano tático de GA	Taxa de precisão do orçamento, quantidade de <i>gap</i> de capacidade planejada / não planejada, horas de trabalho, dias de material em estoque
Otimização da capacidade dos ativos	Falta/reposição de horas dos ativos
Otimização das tarefas e trabalhos	Falta de horas de trabalho, horas de reposição de trabalho
Aquisição eficiente de ativos	Instalação na taxa de tempo, número de erros causados na instalação, custo de aquisição
Operação sem risco	Número de incidentes, perdas causadas por incidentes, tempo de desligamento inesperado, taxa de confiabilidade
Custo-benefício de manutenção	Tempo médio para reparo, custo médio de manutenção
Reciclagem racional de ativos	Número de unidades reutilizáveis, valor de revenda, tempo de reciclagem
Análise da criticidade dos ativos	Custo de manutenção de ativos / perdas críticas (não críticas) causados por ativos críticos (não críticos)
Condição exata do monitoramento	Número de falhas no monitoramento
Relatório preciso de desempenho	Número de erros no relatório de desempenho
Plano de correção direcionados e ações	Número de projetos de melhoria inicializados/concluídos
Pessoal satisfeito e treinado	Taxa de rotatividade do pessoal, taxa de satisfação, taxa de aprovação no teste de treinamento
Trabalhador aprimorado	Produtividade do trabalhador em comparação com o ano passado

Fonte: adaptado de WANG et al. (2016, p. 660)

Quadro 5 – KPIs de GA obtidos na literatura e classificados usando as perspectivas do BSC

Perspectiva	KPI
Financeira	<ol style="list-style-type: none"> 1. Redução de custos operacionais e de produção 2. Melhoria do ROI ou (lucro líquido) 3. Redução de prêmios de seguros 4. Crescimento das vendas Aumento da receita 5. Aumento da receita 6. Maior participação de mercado (<i>market share</i>) – não relevante
Cliente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maior satisfação do cliente 2. Imagem corporativa aprimorada
Processos de negócio	<ol style="list-style-type: none"> 1. Redução do <i>lead time</i> (prazo de entrega no mercado) 2. Melhores desempenhos de condições de trabalho, saúde e segurança 3. Processos sistemáticos para tratamento de reclamações 4. Melhoria na eficiência da organização 4. Melhoria na documentação, procedimentos de trabalho políticas e registros 4. Melhor desempenho de manutenção 5. Eficácia do processo e da organização 5. Melhoria contínua através da redução de erros, não conformidades, retrabalhos e atividades sem valor agregado 6. Melhoria na qualidade, confiabilidade de produtos / serviços
Aprendizado e crescimento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maior motivação e comprometimento dos funcionários 2. Maior desenvolvimento, educação e treinamento dos funcionários 2. Incentivo à inovação 3. Conhecimento claro das responsabilidades das tarefas dos funcionários

Fonte: adaptado de ALSYOUF et al. (2018, p. 11)

Para Alsyouf *et al.* (2018), alcançar resultados sustentáveis e otimizados melhorarão, entre outras coisas, o desempenho financeiro, através da redução dos custos operacionais. Ao considerar a perspectiva dos processos de negócios, a implementação da 55001 melhora a documentação, procedimentos de trabalho, políticas e registros, que permitirão à organização lidar com todas as suas operações de maneira sistemática. Ao mesmo tempo, essa perspectiva fornecerá todos os dados necessários para melhorar continuamente as operações dos ativos, analisar profundamente todas as causas de erros, falhas, não conformidades, retrabalho e atividades sem valor agregado. E por consequência, o desempenho do departamento de manutenção melhorará e afetará a capacidade da organização em fornecer mais confiabilidade e produtos com qualidade superior, com prazos de entrega mais curtos. Todos esses resultados contribuirão para aumentar as vendas e aumentar as receitas e, assim, o lucro líquido.

O trabalho de Viehs *et al.* (2014) traz uma correlação notável entre práticas diligentes de negócios de sustentabilidade e desempenho econômico: empresas com práticas robustas de sustentabilidade demonstram melhor desempenho operacional, o que se traduz em fluxos de caixa. Para os autores, responsabilidade e lucratividade não são incompatíveis, mas de fato totalmente complementares. Quando investidores e proprietários de ativos substituem a pergunta "quanto retorno?" por "quanto retorno sustentavelmente?", há evolução de uma parte interessada para outra. O estudo de Maletič *et al.* (2017) realizou uma pesquisa entre organizações que enfrentam diferentes níveis de competitividade sobre a importância dos seguintes KPIs: (i) OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) ou eficácia geral do equipamento; (ii) disponibilidade dos ativos; (iii) custos de manutenção; e (iv) número de HSSE (*Health, Safety, Security and Environment*) ou saúde, segurança e meio ambiente. O resultado mostra que as organizações que enfrentam elevados níveis de competitividade usam KPIs em maior medida que as com baixos níveis, sugerindo que a avaliação de desempenho, em última análise, aumenta a vantagem competitiva (Parida *et al.*, 2015.; MALETIČ *et al.*, 2017).

Outra pesquisa de Maletič *et al.* (2018) investiga o impacto das práticas de gestão de ativos físicos no desempenho sustentabilidade. Os resultados mostram que as práticas de GA influenciam positivamente os desempenhos econômicos, ambientais e sociais relacionados aos funcionários. O resultado também mostra que o tamanho da organização tem influência nas dimensões percebidas pelas práticas. As organizações maiores estão mais conscientes da importância de desenvolver, implementar, manter, monitorar, analisar e melhorar as

práticas de GA para apoiar um desempenho geral mais alto. Isso explica porque grandes empresas que operam com o uso intensivo de ativos estão mais prontas na busca de maneiras para melhorar o desempenho de seus ativos.

Como o desempenho dos ativos contribui para a geração de valor da organização no nível superior (ABNT, 2020), os indicadores não se tratam apenas da GA e sim dos próprios ativos. O desempenho dos processos da GA (processos técnicos e de gestão para apoiar e controlar os ativos sob gestão) é medido pelos indicadores como: redução na manutenção, redução de sobressalentes, número de incidentes, número de reclamações de HSSE, entre outros; enquanto que o desempenho dos ativos é medido por indicadores como: número de falhas dos equipamentos, MTBF (*Mean Time Between Failures*), MTTR (*Mean Time To Repair*), tempo de inatividade, disponibilidade, consumo de energia, eficácia geral do equipamento, entre outros (LIMA *et al.*, 2021). Ao monitorar o desempenho dos ativos físicos, que são fatores críticos para atingir os objetivos organizacionais, a empresa garante que eles irão cumprir as tarefas necessárias (PANEGOSSII.; SILVA, 2021).

O desempenho da manutenção é crucial para a viabilidade de muitas empresas de manufatura, pois o status da manutenção do equipamento tem um impacto direto no desempenho da produção. Por sua vez, o desempenho da produção tem um efeito colossal sobre o desempenho dos negócios, já que os custos dos produtos manufaturados podem sair do controle apenas por causa da baixa confiabilidade dos equipamentos (MUGANYI; MBOHWA, 2017). A manutenção deficiente pode resultar em falhas de processo que podem colocar as pessoas em risco, perder receita e tornar as operações inviáveis (DA SILVA *et al.*, 2020). Gerenciar o desempenho dos ativos é, portanto, crítico à viabilidade econômica e comercial de longo prazo. No entanto, a avaliação de desempenho de ativos é uma questão complexa que envolve múltiplas entradas e saídas, além dos vários requisitos das partes interessadas, nem sempre integradas (PARIDA, 2012). Assim sendo, a gestão de ativos físicos foca de forma integrada e holística o ciclo de vida dos ativos, para aumentar a confiabilidade e disponibilidade durante todo o seu uso, promovendo sustentabilidade (FRANZINI *et al.*, 2021).

Por fim, é recomendável que a organização saiba as diferenças entre monitorar e avaliar o desempenho de seu portfólio de ativos, sua GA e seu SGA e o uso dos resultados destes diferentes tipos de monitoramento, tal como a avaliação nos processos de melhoria contínua em vários níveis (ABNT, 2020). E os KPIs serão tão robustos quanto os dados e informações a partir dos quais são criados. Cada KPI deve ter uma revisão clara da integridade dos dados e um plano para garantir que seja baseado em informações precisas, além de ter um colaborador com a responsabilidade de atualizar, monitorar e documentar cada indicador (MCNETT, 2015).

4. Resultados e Discussão

A análise documental interna à empresa se refere ao planejamento estratégico da empresa, objetivos organizacionais, indicadores estratégicos, gerenciais e operacionais; análise das necessidades e expectativas das partes interessadas, forças, fraquezas, ameaças e oportunidades associadas às metas já existentes, que estão na rede da empresa; além dos dados referentes aos ativos. Os procedimentos operacionais foram executados, na maior parte, pelos pesquisadores, consultor da empresa e colaboradores envolvidos em atividades relacionadas à GA, eleitos para executar os requisitos 55001 na empresa.

No requisito “contexto da organização”, foram determinadas entre pesquisadores e consultor da empresa as questões internas e externas pertinentes para alcançar os resultados pretendidos com a criação do SGA, que deveriam estar alinhadas aos objetivos organizacionais. No início deste trabalho, a empresa tinha apenas quatro objetivos organizacionais e a gestão da infraestrutura, que incluía os ativos físicos, estava contida na perspectiva “pessoas”, cujo objetivo organizacional era “colaboradores qualificados com

recursos adequados em um ambiente seguro”, e os únicos indicadores de desempenho eram “cumprimento do plano de manutenção” e “cumprimento do plano de calibração”. E assim, a empresa passou a ter cinco objetivos corporativos; e a infraestrutura passou a ser uma das perspectivas organizacionais, a “gestão da infraestrutura” o processo, dos quais o objetivo estratégico definido foi “adequação e eficiência dos ativos físicos”, e a estratégia acordada foi “assegurar a produtividade dos ativos físicos à empresa, com foco na entrega de valor” e o seu indicador, definido como o mesmo do SGA, foi “produção sustentável”, ou seja, equilíbrio entre desempenho, custos e riscos. Após identificar as necessidades e expectativas das partes interessadas internas à empresa, e da análise de riscos (que se tratavam, em especial, das falhas e indisponibilidade dos equipamentos de produção), foram definidos os objetivos estratégicos, táticos e operacionais da GA, alinhados ao objetivo organizacional, assim como seus indicadores de desempenho. Os planos de GA são todas as ações que foram pensadas, pelos pesquisadores, consultor e colaboradores da empresa para alcançar os objetivos. Os planos são concomitantemente de cima para baixo e de baixo para cima; planos estratégicos são objetivos gerenciais, estratégias gerenciais são os objetivos operacionais; o cumprimento dos planos operacionais para assegurar o desempenho de cada ativo incorrerá na execução dos planos táticos e, por fim, dos planos estratégicos.

O trabalho de Arthur *et al.* (2016) resultou no desenvolvimento de objetivos, a validação de um conjunto equilibrado de indicadores de desempenho e a integração desses indicadores em um *dashboard* (painel de bordo), permitindo uma comunicação aprimorada das prioridades da GA para decisões informadas para maior eficácia operacional. A presente pesquisa também desenvolveu um painel de bordo (tabela dinâmica), com os indicadores estratégicos e gerenciais da GA. O Quadro 6 traz os objetivos, indicadores e planos, para melhor visualização. E a Figura 2 traz o painel de bordo, com as informações ocultas.

Quadro 6 – Objetivos e Indicadores da GA

	Objetivos da GA	Indicadores	Planos
Estratégicos	Assegurar/aumentar a confiabilidade	Confiabilidade	✓ Planos de manutenção preventiva, para reduzir de falhas
	Assegurar/aumentar a disponibilidade	Disponibilidade	✓ Redução de falhas, para assegurar/aumentar a confiabilidade
	Assegurar/aumentar a capacidade	Custos	✓ Aumento da confiabilidade, para reduzir paradas, para assegurar/aumentar a disponibilidade
	Redução de custos operacionais		✓ Redução de horas improdutivas (paradas para manutenção corretiva, limpeza, setup), para aumento da disponibilidade
	Redução de custos de capital		✓ Redução de manutenção corretiva e redução de energia, para a reduzir custos operacionais
Gerenciais (Táticos)	Redução de falhas	Taxa de falhas	✓ Eliminação de gargalos operacionais, para reduzir custos de capital
	Redução de horas improdutivas	MTBF	✓ Investimentos em equipamentos energeticamente mais eficientes, novas instalações, para reduzir gastos com energia;
	Redução de manutenção corretiva	MTTR	✓ Substituição dos ativos e redução das horas improdutivas, para assegurar/aumentar a capacidade
	Redução de energia	Custos de manutenção total/faturamento	✓ Substituição de equipamentos, para atualização tecnológica e garantia da capacidade e capacidade dos ativos
Operacionais	Eliminação de gargalos operacionais	Custos de manutenção do equipamento/valor de reposição	✓ Alinhamento de dados e informações técnicas e financeiras dos equipamentos
	Planos de manutenção, calibração, lubrificação	Cumprimento dos planos de manutenção preventiva, calibração e lubrificação	✓ Utilização do <i>dashboard</i>
	Redução do nº de paradas para manutenção corretiva, externas à empresa	Apontamento do nº de paradas para manutenção corretiva	
	Redução das ações de manutenção preventiva, internas à empresa	Apontamento nº total de ações de manutenção corretiva	
		Custo de manutenção total (acompanhamento de todos os custos de manutenção preventiva, corretiva, peças, MO)	
		Custos de manutenção corretiva de cada equipamento	
		(acompanhamento de todas as ações corretivas, peças, MO de cada ativo)	

Fonte: elaborado pelos autores e empresa estudada

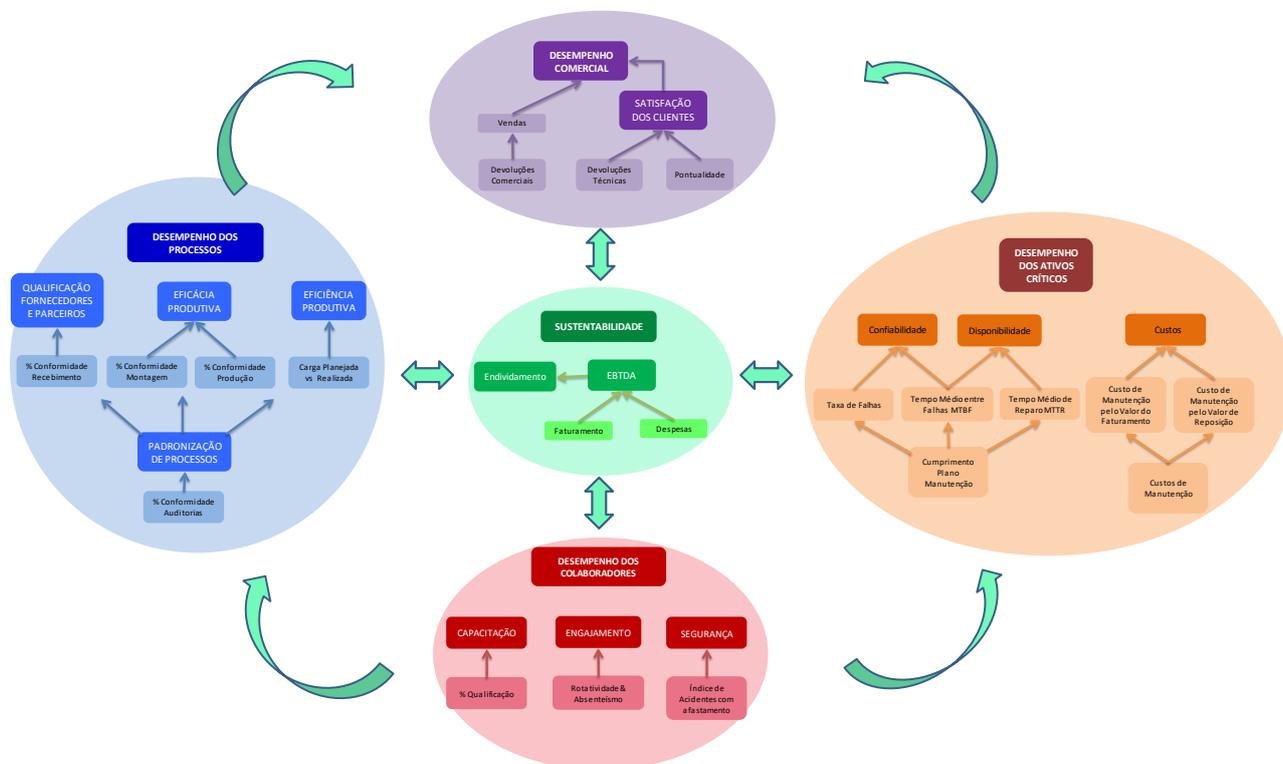
Figura 2 – Painel de bordo com indicadores organizacionais e gerenciais

PAINEL DE BORDO													Atualizar Painel de Bordo	Data Início									
														Data Final									
Objetivo Organizacional	Indicador do SGA	Indicadores Estratégicos GA	Indicadores Gerenciais GA	Meta	Jan	Fev	Mar	Abr	1º Quadri.	Mai	Jun	Jul	Ago	2º Quadri.	Set	Out	Nov	Dez	3º Quadri.	Média Anual	Meta 2021	Responsável	
Adequação e Eficiência dos Ativos	Produção Sustentável	Confiabilidade		...	...	...	...	...	0,00%	...	...	...	...	0,00%	...					0,00%	...	...
			Taxa de Falhas	...	...	...	...	...	0,00%	...	...	...	...	...	0,00%	...					0,00%	...	...
			Tempo Médio entre Falhas (MTBF)	...	...	...	...	...	...	0,00%	...	...	...	...	0,00%	...					0,00%	...	...
			Disponibilidade	...	...	...	...	...	...	0,00%	...	...	...	...	0,00%	...					0,00%	...	...
			Tempo Médio de Reparo (MTTR)	...	...	...	...	...	...	0,00%	...	...	...	...	0,00%	...					0,00%	...	...
			Custos	...	...	...	...	...	...	0,00%	...	...	...	...	0,00%	...					0,00%	...	...
			Custo de Manutenção por Faturamento	...	...	...	...	...	...	0,00%	...	...	...	...	0,00%	...					0,00%	...	...
	Custo de Manutenção pelo Valor de Reposição	...	...	...	...	...	...	0,00%	...	...	...	...	0,00%	...					0,00%	...	...

Fonte: elaborada pelos autores e empresa estudada

Porter (2011) escreveu que estratégia é, afinal, fazer ajustes das atividades de uma empresa, e que seu sucesso depende de fazer muitas coisas bem, integrando-as; e que caso não haja ajuste e integração das atividades da organização, haverá pouca sustentabilidade. Sendo assim, a Figura 3, elaborada pelos pesquisadores e consultor, mostra o desenho do mapa estratégico da empresa, que traz o objetivo “sustentabilidade financeira” no centro, integrado e dependente de todos os outros objetivos.

Figura 3 – Mapa estratégico atual



Fonte: elaborada pelos autores e empresa estudada

5. Considerações Finais

Este estudo resultou em uma estrutura relativamente simples de controle da produtividade dos equipamentos produtivos, mas é o primeiro passo que a empresa estudada deu em relação aos seus principais ativos. No início desta pesquisa, a empresa não tinha planos de manutenção preventiva e os envolvidos com os ativos físicos só reagiam às falhas, depois de ocorridas e, como consequência, apresentava custos muito elevados com manutenção corretiva. Agora a empresa conta com um histórico de dados dos ativos cobertos pelo portfólio da GA, com as características corretas do desempenho operacional, custos com manutenção e riscos (falhas/indisponibilidade) que cada um pode apresentar e, por isto, saiu de um estágio reativo para um estágio preventivo em relação as suas informações. Apesar de ainda ter poucos indicadores de desempenho de seus ativos e da sua gestão, a empresa compreendeu que eles só serão eficazes se os dados e as informações de seus equipamentos de produção também o forem.

Espera-se que essa pesquisa possa orientar outras pequenas e médias empresas, cujos equipamentos são fatores críticos para o sucesso do negócio, assim como dar suporte às empresas que não contam com um profissional com competências em gestão de ativos.

Referências

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO 55000**: Gestão de ativos. Rio de Janeiro, 2014a.

———. **ISO 55001**: Gestão de ativos: Sistemas de gestão: Requisitos. Rio de Janeiro, 2014b.

———. **ISO 55002**: Gestão de ativos Sistemas de gestão: Diretrizes para aplicação da ABNT NBR ISO 55001. Rio de Janeiro, 2020.

ALSYOUF, I., ALSUWAIDI, M., HAMDAN, S., SHAMSUZZAMAN, M. Impact of ISO 55000 on organisational performance: Evidence from certified UAE firms. **Total Quality Management & Business Excellence**, 2018, v. 29, p. 1-19.

ARTHUR, D., SCHOENMAKER, R., HODKIEWICZ, M., MURUVAN, S. Asset planning performance measurement. **Lecture Notes in Mechanical Engineering**, 2016, p. 79-95.

ATTWATER, A.; WANG, J.Q.; PARLIKAD, A.; RUSSEL, P. Measuring the performance of asset management systems. In: **Asset Management Conference 2014**, 2014, p. 1-6.

DA SILVA, R.; MELANI, A.; MICHALSKI, M.; SOUZA, G.; NABETA, S.; HAMAJI, F. Defining Maintenance Performance Indicators for asset management based on ISO 55000 and Balanced Scorecard: A hydropower plant case study. In: **Proceedings Of the 30th European Safety And Reliability Conference And the 15th Probabilistic Safety Assessment And Management Conference**. European Safety and Reliability Conference, 2020, Venice, Italy.

FRANZINI A.; POLENGHI A.; RODA I.; MACCHI M. System-Level Overall Equipment Effectiveness for Improving Asset Management Performance: A Case Study Application. In: DOLGUI A.; BERNARD A.; LEMOINE D.; VON CIEMINSKI G.; ROMERO D. (eds) **Advances in Production Management Systems. Artificial Intelligence for Sustainable and Resilient Production Systems**. APMS 2021. IFIP Advances in Information and Communication Technology, 2021, v. 633. Springer, Cham.

GAVRIKOVA, E.; VOLKOVA, I.; BURDA, Y. Strategic aspects of asset management: An overview of current research. **Sustainability**, 2020, v.12, n.15, p. 5955.

HASTINGS, N.A.J. **Physical Asset Management**: With an Introduction to the ISO 55000 Series of Standards. Springer: Cham, 2021.

LAFRAIA, J. R. B. **Manual de Gestão de Ativos** - Volume 2: Certificação. Edição do Kindle, 2020.

LIMA, E.S.; MCMAHON, P.; SEIXAS COSTA, A.P.C., Establishing the relationship between asset management and business performance, **International Journal of Production Economics**, 2020.

- MALETIĆ, D.; MALETIĆ, M.; AL-NAJJAR, B.; GOTZAMANI, K.; GIANNI, M.; KALINOWSKI, T.B.; GOMIŠĆEK, B. Contingency factors influencing implementation of physical asset management practices. **Organizacija**, 2017, v. 50, p. 3-16.
- MALETIĆ, D.; MALETIĆ, M.; AL-NAJJAR, B.; GOMIŠĆEK, B. Development of a model linking physical asset management to sustainability performance: An empirical research. **Sustainability**, 2018, v.10, n. 12, 4759.
- MALETIĆ, D.; MALETIĆ, M.; AL-NAJJAR, B.; GOMIŠĆEK, B. An analysis of physical asset management core practices and their influence on operational performance, **Sustainability**, 2020, v. 12, n. 21, p. 1-20.
- MCNETT, W. 2015. Monitoring Asset Management Strategy Execution with KPIs.
- MEIRELLES, A.P.L. **Gestão de ativos técnicos**: uma abordagem à ISO 55001 na perspectiva do ciclo de vida útil: concetualização do modelo. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial).
- MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para a sua condução. **Prod.**, v. 17, p. 216-229, 2007.
- MUGANYI, P.; MBOHWA, C. Maintenance performance measurement gaps in Manufacturing Enterprises: translation to management system. In: **Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management**. Bogota, Colombia: IEOM Society International; 2017.
- PANEGOSSI, A.C.G.; SILVA, E.C.C. Asset Management Policy for Equipment Replacement. In: **Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management**. Sao Paulo, Brazil, 2021, p. 2401-2412.
- PARIDA, A. Asset Performance Assessment. In: VAN DER LEI, T.; HERDER P.; WIJNIA Y. (eds) **Asset Management**. Springer, Dordrecht, 2012, p. 101-103.
- PARIDA, A.; KUMAR, U.; GALAR, D.; STENSTRÖM, C. Performance measurement and management for maintenance: a literature review. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, 2015, v 21, n. 1, p. 2 – 33.
- PARIDA, A. Asset performance measurement and management: Bridging the gap between failure and success. In: **Euromaintenance 2016 proceedings**: Paper presented at Euromaintenance, 2016, p. 109-116.
- RE CECCONI, F.; MORETTI, N.; DEJACO, M. C. Measuring the performance of assets: a review of the Facility Condition Index. **International Journal of Strategic Property Management**, v. 23, n.3, p. 187-196.
- SOMIA ALFATIH, M.S., LEONG, M., HEE, L. M. Definition of Engineering Asset Management: **A Review**. **Applied Mechanics and Materials**, v. 773–774, 2015. p. 794–798.
- URMETZER F., PARLIKAD AK, PEARSON C., NEELY A. Design Considerations for Engineering Asset Management Systems. In: AMADI-ECHENDU J., HOOHLO C., MATHEW J. **9th WCEAM Research Papers**, 2015. Springer, Cham.
- VIEHS, M.; CLARK, G.; FEINER, A. From the stockholder to the stakeholder - how sustainability can drive financial outperformance. **SSRN Electronic Journal**, 2014.
- WANG J., CHEN Z., PARLIKAD A. Designing Performance Measures for Asset Management Systems in Asset-Intensive Manufacturing Companies: A Case Study. In: KOSKINEN, K. *ET AL.* (eds) **Proceedings of the 10th World Congress on Engineering Asset Management (WCEAM 2015)**. Springer, Cham, 2016, p. 655-662.
- ZAMPOLLI, M. *et al.* **Gestão de ativos**: guia para a aplicação da norma ABNT NBR ISO 55001 considerando as diretrizes da ISO 55002:2018. International Copper Association Brazil. 2 ed.